

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

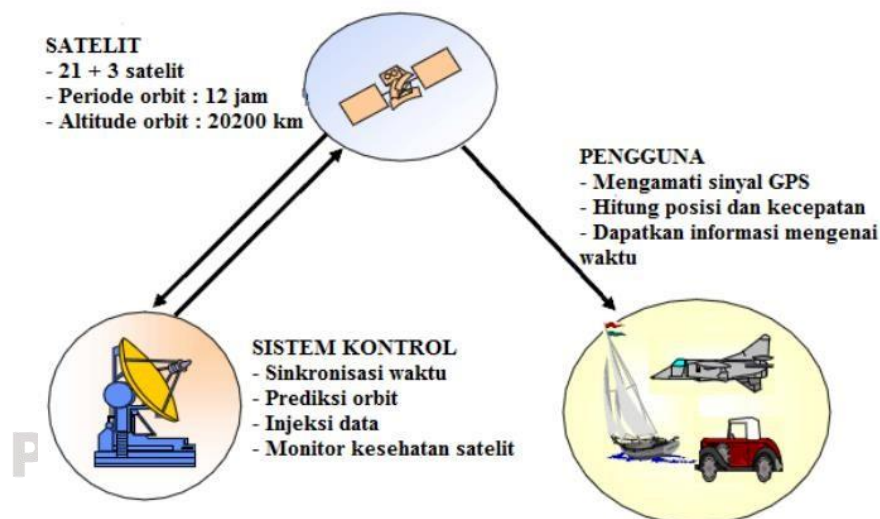
2.1 GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*)

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah sistem navigasi global yang menggunakan satelit-satelit yang mengorbit di sekitar bumi untuk memberikan informasi lokasi, navigasi, dan waktu secara akurat kepada pengguna di seluruh dunia. Dalam sistem ini, beberapa satelit yang berada di luar angkasa berfungsi sebagai stasiun pemancar yang mengirimkan sinyal-sinyal yang dapat diterima oleh penerima GNSS di permukaan Bumi. Penerima GNSS menerima sinyal dari beberapa satelit, dan dengan menghitung perbedaan waktu antara sinyal-sinyal tersebut, penerima dapat menentukan jaraknya dari setiap satelit. Dengan informasi jarak ini dan posisi satelit yang diketahui dengan pasti, penerima GNSS dapat menentukan lokasi akuratnya di permukaan bumi melalui proses trilaterasi atau multilaterasi. Salah satu sistem GNSS yang paling dikenal adalah GPS (*Global Navigation Satellite System*), yang dimiliki dan dioperasikan oleh pemerintah Amerika Serikat. Selain GPS, ada juga beberapa sistem GNSS lainnya, seperti GLONASS yang dimiliki oleh Rusia, Galileo yang dimiliki oleh Uni Eropa, dan Beidou yang dimiliki oleh Tiongkok. (UNOOSA, 2011). GNSS telah menjadi teknologi yang sangat penting dalam berbagai bidang, termasuk navigasi penerbangan, navigasi maritim, pemetaan dan survei, sistem transportasi, serta aplikasi di sektor pertanian dan penelitian ilmiah. Kemampuannya untuk memberikan informasi lokasi secara global dan akurat menjadikan GNSS sebagai alat yang sangat berguna dan esensial dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai aspek kehidupan manusia.

Saat ini, GNSS yang paling terkenal adalah GPS (*Global Positioning System*). Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi lokasi, kecepatan, dan waktu 3D secara bersamaan ke banyak orang di seluruh dunia, terlepas dari waktu dan cuaca. Saat ini, sistem GPS banyak digunakan oleh

masyarakat di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi. Bahkan di Indonesia, GPS sudah banyak digunakan terutama pada aplikasi yang membutuhkan informasi lokasi atau reposisi (UNOOSA, 2011).

Dibandingkan dengan sistem dan metode penentuan posisi lainnya, GPS memiliki banyak keunggulan dan lebih banyak lagi dalam hal fungsionalitasnya dan kualitas lokasi yang disediakan. Pada dasarnya, GPS terdiri dari tiga segmen utama, yaitu segmen luar angkasa yang sebagian besar terdiri dari satelit GPS, segmen sistem kontrol yang terdiri dari stasiun pelacakan dan kontrol satelit, dan segmen pengguna yang terdiri dari pengguna GPS, termasuk sinyal GPS dan peralatan penerima dan pemrosesan data. Ketiga segmen ini secara skematis diwakili dalam. Ketiga segmen tersebut digambarkan secara skematik pada Gambar 2.1. (Abidin, 2007).



Gambar 2. 1 Sistem Penentuan Posisi Global, GPS (Abidin, 2007)

2.1.1 Segmen Sistem Kontrol

Segmen sistem kontrol GPS adalah otak dari GPS. Segmen kontrol adalah bagian dari infrastruktur di bumi yang bertanggung jawab atas pengawasan dan pengendalian sistem GPS secara keseluruhan. Segmen kontrol melibatkan stasiun darat yang berfungsi untuk mengawasi dan mengelola kinerja satelit, serta melakukan koreksi terhadap satelit-satelit jika diperlukan. Stasiun darat ini juga bertanggung jawab atas sinkronisasi waktu yang tepat antara satelit-satelit GPS agar dapat menyediakan waktu yang

akurat bagi pengguna di permukaan Bumi. Tugas dari segmen sistem kontrol adalah mengatur semua satelit GPS yang ada agar berfungsi sebagaimana mestinya. Pihak Amerika Serikat mengoperasikan sistem ini dari sistem kontrol utama di Falcon Air Force Base di Colorado Springs, Amerika Serikat. Segmen sistem kontrol ini juga termasuk 4 stasiun monitor yang berlokasi menyebar di seluruh dunia.

2.1.2 Segmen Satelit

Segmen satelit adalah segmen ruang udara dalam GPS yang merujuk pada jaringan satelit yang mengorbit di luar angkasa dan berfungsi sebagai pemancar sinyal navigasi. Satelit-satelit ini terletak pada orbit yang terdistribusi di sekitar bumi dan mengirimkan sinyal-sinyal yang mengandung informasi waktu dan posisi yang tepat. Melalui segmen ruang udara, GPS menyediakan cakupan global untuk memastikan pengguna di berbagai wilayah dapat menerima sinyal dari setidaknya empat satelit untuk menentukan lokasi mereka. Konstelasi standar dari satelit GPS terdiri dari 24 satelit yang menempati 6 bidang orbit dengan eksentrisitas orbit umumnya lebih kecil dari 0,02. Satelit GPS mengelilingi bumi/mengorbit 2 kali dalam sehari pada ketinggian ± 20.000 km di atas permukaan bumi. Pada setiap waktu paling sedikit 4 satelit dapat kita amati di setiap lokasi di permukaan bumi. Hal ini memungkinkan bagi pengguna GPS untuk dapat menghitung posisi mereka di permukaan bumi.

2.1.3 Segmen Pengguna

Segmen pengguna adalah bagian dari sistem GPS yang melibatkan penerima GPS yang digunakan oleh pengguna di permukaan Bumi. Penerima GPS ini menerima sinyal-sinyal dari satelit GPS dan melakukan perhitungan untuk menentukan posisi, kecepatan, dan waktu dengan akurasi tinggi. Segmen pengguna mencakup berbagai jenis perangkat, mulai dari perangkat GPS di kendaraan, ponsel pintar, hingga perangkat portabel yang digunakan untuk navigasi, pemetaan, dan berbagai aplikasi lainnya.

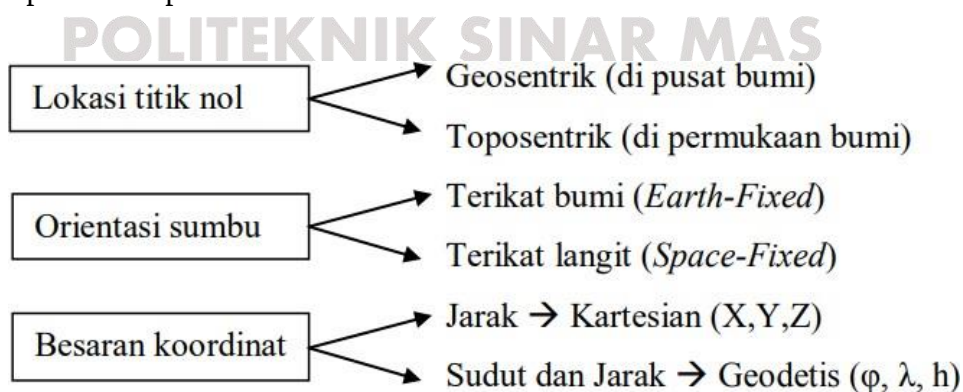
2.2 POSISI DAN SISTEM KOORDINAT

Letak suatu titik biasanya dinyatakan dalam bentuk koordinat (dua dimensi atau tiga dimensi) yang mengacu pada sistem koordinat tertentu. Sistem koordinat itu sendiri didefinisikan dengan menentukan tiga parameter berikut, yaitu (Abidin, 2007):

- Lokasi titik nol dari sistem koordinat,
- Orientasi dari sumbu-sumbu koordinat, dan
- Besaran (kartesian, *curvilinear*) yang digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu titik dalam sistem koordinat tersebut.

Setiap parameter dari sistem koordinat tertentu dapat dispesifikasikan lebih lanjut, dan berdasarkan pada spesifikasi parameter yang digunakan maka dikenal beberapa jenis sistem koordinat. Contoh dari suatu penspesifikasian parameter sistem koordinat ditunjukkan pada Gambar 2.2.

Dalam menentukan letak suatu titik di permukaan bumi, sistem koordinat titik nol yang digunakan dapat terletak di pusat massa bumi (sistem koordinat geosentris) atau di suatu titik di bumi (sistem koordinat toposentris). Sistem koordinat geosentris banyak digunakan dalam metode penentuan posisi *ekstraterestrial* menggunakan satelit dan benda langit lainnya, dan sistem koordinat toposentris banyak digunakan dalam metode penentuan posisi terestrial.



Gambar 2. 2 Contoh Klasifikasi Sistem Koordinat Berdasarkan Parameternya (Abidin. 2007)

Dilihat dari orientasi sumbunya, ada sistem koordinat yang sumbu - sumbunya ikut berotasi dengan bumi (terikat bumi) dan ada yang tidak

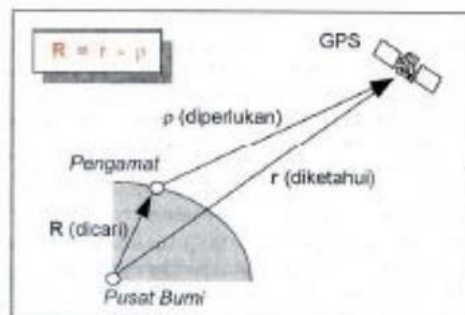
(terikat langit). Sistem koordinat yang terikat bumi umumnya digunakan untuk menyatakan posisi titik-titik yang berada di bumi, dan sistem yang terikat langit umumnya digunakan untuk menyatakan posisi titik dan objek di angkasa, seperti satelit dan benda-benda langit.

Dilihat dari besaran koordinat yang digunakan, posisi suatu titik dalam sistem koordinat ada yang dinyatakan dengan besaran-besaran jarak seperti dalam sistem koordinat kartesian, dan ada yang dengan besaran-besaran sudut dan jarak seperti sistem koordinat geodetik.

Pada penentuan posisi dengan GPS, posisi titik di permukaan bumi diberikan dalam koordinat kartesian (X, Y, Z) dalam sistem koordinat WGS 84 (*World Geodetic System 1984*), yang merupakan suatu realisasi dari sistem CTS. Koordinat kartesian (X, Y, Z) tersebut selanjutnya ditransformasikan menjadi koordinat geodetik (j, l, h) seandainya diperlukan.

2.3 PENENTUAN POSISI DENGAN GPS

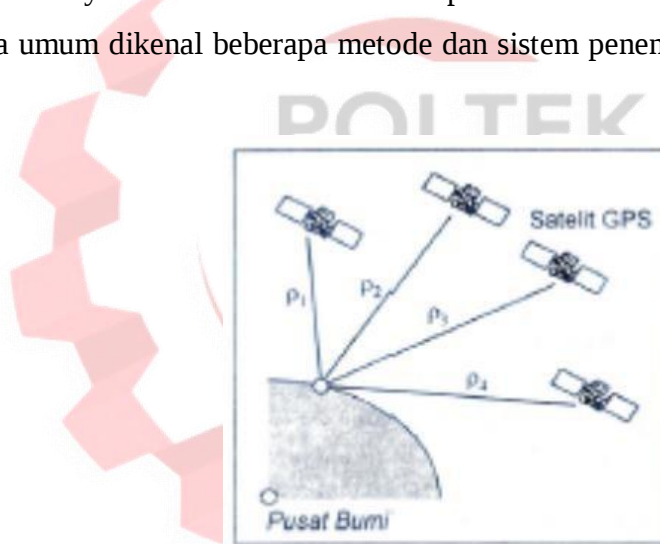
Konsep dasar penentuan posisi GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu mengukur jarak secara bersamaan dengan beberapa satelit GPS yang diketahui koordinatnya. Prinsip dasar penentuan posisi GPS ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Dalam hal ini, parameter yang akan ditentukan adalah vektor posisi geosentris (R) pengamat. Oleh karena itu, karena vektor posisi geosentris (r) satelit GPS diketahui, vektor posisi toposentrik (ρ) satelit harus ditentukan untuk pengamat.



Gambar 2. 3. Prinsip Dasar Penentuan Posisi dengan GPS (Abidin, 2007)

Posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi tiga dimensi (X, Y, Z ataupun ϕ , λ , h) yang dinyatakan dalam WGS-84. Dengan GPS, titik yang

ditentukan posisinya dapat diam (*static positioning*) ataupun bergerak (*kinematic positioning*). Posisi titik dapat ditentukan dengan menggunakan satu receiver GPS terhadap pusat bumi dengan menggunakan metode penentuan posisi absolut, ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (stasiun referensi) dengan menggunakan metode diferensial (relatif) yang menggunakan minimal dua receiver GPS. GPS dapat pula memberikan posisi secara instan (*real time*) ataupun sesudah pengamatan setelah data pengamatannya diproses secara lebih ekstensif (*post processing*) yang biasanya dilakukan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik. Secara umum dikenal beberapa metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS.



Gambar 2. 4 Prinsip Dasar Penentuan Posisi dengan GPS (Abidin, 2007)

Disamping itu, GPS dapat memberikan posisi secara instan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan setelah data pengamatannya diproses secara lebih ekstensif (*post-processing*) yang biasanya dilakukan untuk mendapatkan ketelitian lebih baik. (Abidin, 2007)

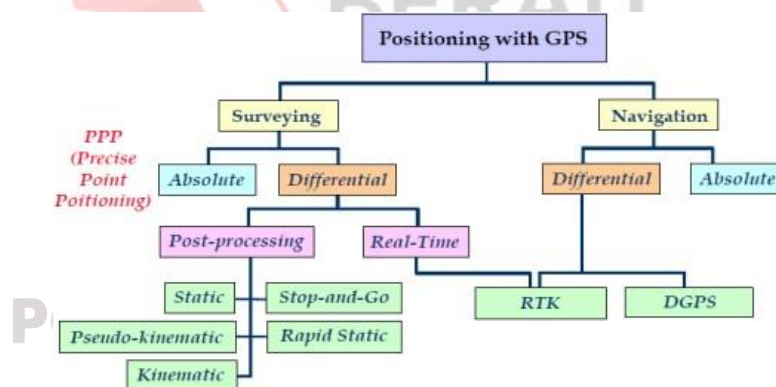
2.4 METODE PENENTUAN POSISI

Pada dasarnya, tergantung pada mekanisme pengaplikasiannya, metode penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode yaitu : *absolute*, *differential*, *static*, *rapid static*, *pseudo-kinematic*, dan *stop and go* seperti yang ditunjukkan secara skematik pada Tabel 2.1. berikut :

Metode	Absolute (1 receiver)	Diferensial (2 Receiver)	Titik	Receiver
STATIC	□	□	Diam	Diam
KINEMATIC	□	□	Bergerak	Bergerak
RAPID STATIC		□	Diam	Diam (Singkat)
PSEUDO- KINEMATIC		□	Diam	Diam dan Bergerak
STOP-AND-GO		□	Diam	Diam dan Bergerak

Table 2. 1 Metode Penentuan Posisi (Abidin. 2007)

Berdasarkan aplikasinya, metode-metode penentuan posisi dengan GPS juga dapat dibagi atas dua kategori utama, yaitu survei dan navigasi, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.5. berikut (Abidin,2007):



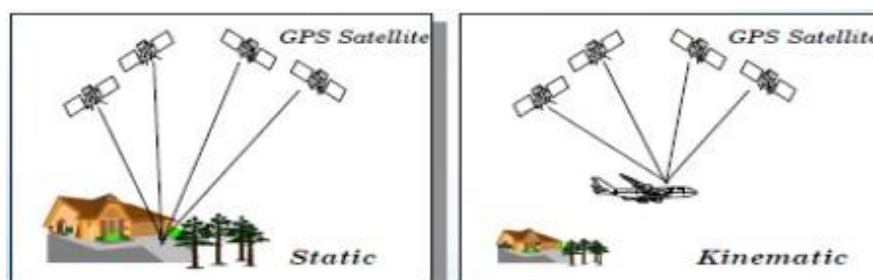
Gambar 2. 5 metode-metode penentuan posisi dengan GPS (Abidin. 2007)

Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS dapat dibagi 2, yaitu *absolute positioning* dan relatif *positioning*. Metode-metode ini yang menentukan ketelitian posisi yang diinginkan. Ketelitian GPS bervariasi mulai dari fraksi meter sampai dengan milimeter, tergantung pada metode apa yang digunakan. Metode-metode tersebut adalah (Abidin, 2007) :

2.4.1 Metode Absolute Positioning

Metode ini hanya satu *receiver* yang diperlukan menggunakan metode ini.

Keakuratan yang bisa didapatkan saat menentukan lokasi antara 3-6 meter, sehingga metode ini tidak bisa digunakan untuk keperluan yang membutuhkan ketelitian lebih dari 3 meter. Bahkan untuk data CODE + SA on, ketelitian yang didapat 30 – 100 meter.



Gambar 2. 6 Metode Absolute Positioning (Abidin. 2007)

2.4.2 Metode Relatif (*Diferensial Positioning*)

Metode ini membutuhkan setidaknya 2 penerima. Akurasi yang dihasilkan bisa mencapai sepersekian milimeter. Hal ini antara lain disebabkan karena proses pemisahan dapat mengurangi pengaruh berbagai error dan bias. Selain itu, posisi titik ditentukan relatif terhadap posisi referensi. Efisiensi proses pemisahan sangat bergantung pada jarak dari stasiun pangkalan, semakin dekat, semakin efektif. Titik yang akan ditempatkan bisa diam (statik) atau bergerak (kinematik) dan menggunakan data peringkat semu atau data fase. Aplikasi utama yang sering digunakan untuk metode ini adalah survei geodesi, geodinamika atau pengukuran lain yang membutuhkan presisi tinggi. Keakuratan yang diperoleh dengan metode ini adalah: a) Metode DGPS - kode data = 1 - 2 meter b) Metode diferensial (baseline) fase data dan kode = mm. Pemosisian diferensial memiliki beberapa aplikasi yang memerlukan informasi posisi relatif real-time. Saat ini terdapat dua sistem untuk melayani aplikasi tersebut, yang biasa dikenal dengan DGPS (Differential GPS) dan RTK (Real Time Kinematic).

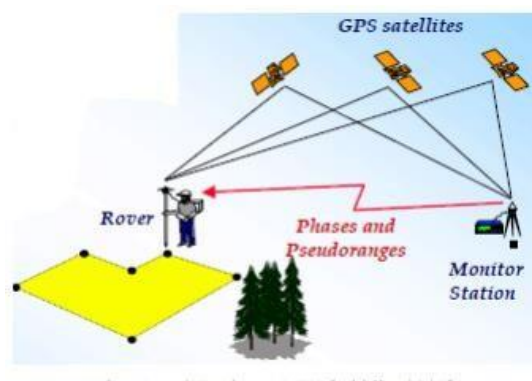
a. DGPS (*Differential GPS*)

DGPS (*Differential GPS*) adalah teknologi yang digunakan untuk meningkatkan akurasi GPS dengan membandingkan pengukuran dari satu atau lebih stasiun referensi yang diketahui posisinya dengan tepat

(*base station*) dengan pengukuran yang dilakukan oleh penerima GPS di lapangan (*rover*). Dalam DGPS, stasiun referensi atau *base station* menerima sinyal dari satelit GPS dan mengukur posisi mereka dengan tingkat akurasi yang tinggi menggunakan teknologi yang canggih. Informasi posisi yang diketahui dengan pasti dari *base station* tersebut kemudian dikirimkan ke penerima GPS di lapangan menggunakan saluran komunikasi, seperti radio atau internet. Penerima GPS di lapangan, atau *rover*, juga menerima sinyal dari satelit GPS dan melakukan pengukuran posisi mereka sendiri. Namun, daripada mengandalkan sinyal langsung dari satelit, penerima *rover* menggunakan informasi koreksi yang diberikan oleh *base station* untuk menghitung posisi mereka. Koreksi ini memperhitungkan perbedaan waktu tiba sinyal antara *base station* dan penerima *rover* dan mengoreksi kesalahan sistematis yang umumnya terjadi dalam sinyal GPS, seperti efek ionosfer dan troposfer. Dengan menggunakan informasi koreksi dari *base station*, penerima *rover* dapat meningkatkan akurasi posisi mereka secara signifikan, biasanya hingga beberapa sentimeter atau kurang, tergantung pada jarak antara *base station* dan penerima *rover*. DGPS sangat berguna dalam aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi, seperti survei geodesi, pemetaan presisi, navigasi penerbangan, dan navigasi maritim. Dengan memanfaatkan koreksi yang disediakan oleh stasiun referensi, DGPS memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi lokasi yang lebih akurat dan andal di permukaan bumi.

b. RTK (*Real Time Kinematic*)

Sistem RTK (*Real-Time Kinematic*) adalah akronim yang sering digunakan untuk sistem pemosisian *real-time* diferensial yang menggunakan informasi data fase. Untuk memenuhi persyaratan *real-time*, *base station* harus mentransmisikan informasi fase dan pseudorange ke pengguna secara *real time* menggunakan sistem komunikasi tertentu.



Gambar 2. 7 Metode Real Time Kinematic (Abidin. 2007)

Akurasi posisi yang diberikan oleh sistem RTK ini adalah sekitar 1-5 cm, dengan asumsi bahwa ambiguitas fase ditentukan dengan benar. Sistem RTK juga dapat digunakan untuk menentukan lokasi benda diam dan bergerak, dalam hal ini sistem RTK dapat digunakan untuk melakukan navigasi yang sangat akurat selain pengukuran GPS secara *real-time*. Sistem RTK juga dapat diimplementasikan menggunakan beberapa stasiun referensi. Tujuan penggunaan beberapa stasiun RTK adalah untuk memperluas jangkauan sistem RTK. Dengan menggunakan satu *base station*, sistem RTK biasanya hanya dapat digunakan pada jarak *base* sekitar 10-15 km. Dengan *baseline* yang lebih panjang, biasanya lebih sulit untuk menentukan nilai ambiguitas fase dengan benar karena kesalahan residual dan bias yang tersisa setelah proses reduksi data relatif lebih signifikan. Untuk mengatasi ambiguitas fase padat dengan baik pada jarak *baseline* yang relatif jauh, pengguna harus dibantu dengan data dan informasi yang dapat mengurangi efek kesalahan dan bias residual (Abidin, 2007).

2.5 TITIK DASAR TEKNIK

Titik-titik kontrol atau referensi yang memiliki posisi koordinat yang diketahui dengan tepat dan akurat. Titik dasar ini berfungsi sebagai titik acuan untuk pengukuran dan pemetaan di suatu wilayah tertentu. Penggunaan titik dasar teknik sangat penting dalam berbagai proyek teknik, seperti pemetaan, survei tanah, konstruksi, dan aplikasi lainnya yang memerlukan informasi lokasi yang akurat. Titik dasar teknik diklasifikasikan menurut tingkat kerapatannya yaitu titik dasar teknik Orde-0, titik dasar teknik Orde-1, titik dasar teknik Orde-2, titik dasar teknik Orde-3 dan titik dasar teknik Orde4 (BPN, 1996)

Pengukuran titik dasar teknik orde 2 dilakukan dalam sistem koordinat nasional, menghubungkannya dengan titik dasar teknik orde 0 dan orde 1 yang dibangun oleh Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional. Pengukuran titik-titik dasar teknis orde 3 dilakukan dalam sistem koordinat nasional melalui hubungan dengan titik dasar teknis orde 2. Pengukuran titik dasar teknis orde ke-4 pada dasarnya dilakukan dalam sistem koordinat nasional dengan menghubungkannya dengan titik dasar teknis orde ke-3. Apabila tidak memungkinkan, pengukuran titik dasar teknik orde 4 dapat dilakukan pada sistem koordinat lokal, yang nantinya harus diubah menjadi sistem koordinat nasional (BPN, 1998).

Pengadaan suatu jaring titik kontrol sebaiknya dimulai dari orde yang lebih tinggi. Jika karena sesuatu hal suatu jaring titik kontrol tidak dapat diikatkan ke jaring yang ordenya lebih tinggi, maka jaring yang bersangkutan harus dispesifikasikan kelasnya saja. Pada waktu lain begitu pengikatan dapat dilaksanakan, maka kelas jaringan dapat dikonversikan menjadi orde jaringan (Abidin, 2002.)

2.6 PENELITIAN TERDAHULU

Dalam penelitian Syafril Ramadhon (2016), pada Forum Manajemen Vol. 05 No. 2 yang berjudul Analisis Ketelitian Data Pengukuran Menggunakan GPS Dengan Metode *Differential Statik* Dalam Moda *Jaring*

dan *Radial* menghasilkan data hasil pengamatan yang akan diolah guna mengetahui selisih kedua metode tersebut. Hasil dari penelitian Syafril Ramadhon (2016) adalah Perbandingan ketelitian rata-rata koordinat tiga dimensi antara mode jaring dan radial. Pengamatan dilakukan dengan waktu yang sama. Dalam penentuan posisi menggunakan GPS dengan *differential* metode statik moda Jaring adalah 6 mm untuk sumbu *easting* terbesar, 8 mm untuk sumbu *northing* terbesar, 1.6 cm untuk tinggi. Sedangkan *differential* metode statik moda *radial* adalah 5.8 cm untuk sumbu *easting* terbesar, 4 cm untuk *northing* terbesar, dan tinggi sebesar 12 cm.

Dalam penelitian Saefurokim (2009), yang berjudul Pengukuran Dan Pemetaan Titik Dasar Teknik Orde 4 Di Desa Kartikajaya Kecamatan Patebon Kabupaten Kendal. Data yang dihasilkan adalah data hasil pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 4 yang diikat dengan Titik Dasar Orde 3. Pengamatan yang dilakukan Saefurokim (2009) dapat disimpulkan bahwa Pembuatan Titik Dasar Teknik Orde 4 dilakukan untuk meningkatkan kualitas data dalam pengukuran bidang tanah. Titik Dasar Teknik Orde 4 ini dapat dijadikan titik ikat saat melakukan pengukuran bidang tanah. Hal tersebut dikarenakan kerapatan TDT Orde 4 tersebut mencapai 150 meter.

**POLITEKNIK SINAR MAS
BERAU COAL**